



REC'D 14 JUL 2000

WIPO

PCT

ESU

FR 30/4585

# BREVET D'INVENTION

**CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION**

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **26 MAI 2000**

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

**DOCUMENT DE PRIORITÉ**

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS Cédex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04  
Télécopie : 01 42 93 59 30

THIS PAGE BLANK (CSPT0)

THIS PAGE BLANK (CSPT0)

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES **10 JUIN 1999**  
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL **9907339**  
DÉPARTEMENT DE DÉPÔT **75 INPI PARIS**  
DATE DE DÉPÔT **10 JUIN 1999**

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE  
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE  
**BREVATOME**  
**03, rue du Docteur Lancereaux**  
**75008 PARIS**

2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

☒ brevet d'invention ☐ demande divisionnaire

☐ certificat d'utilité ☐ transformation d'une demande de brevet européen

☐ demande initiale

☐ brevet d'invention

☐ différé ☒ immédiat

n° du pouvoir permanent 7068 du B 13273.3/JB 01 53 83 94 00  
références du correspondant 12.06.98 XD 109  
certificat d'utilité n°

date

Établissement du rapport de recherche

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance ☐ oui ☐ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

**PROCEDE D'ASSEMBLAGE DE PIECES METALLIQUES PAR UNE POUDRE METALLIQUE CHAUFFEE PAR INDUCTION.**

3 DEMANDEUR (S) n° SIREN

code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

Forme juridique

**COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE**  
**Etablissement public de Caractère Scientifique,**  
**Technique et Industriel**

Nationalité (s) **Française**

Adresse (s) complète (s)

**31,33 rue de la Fédération 75752 PARIS 15ème**

Pays

**Franc**

4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs

☐ oui ☒ non Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

☐ requise pour la 1ère fois ☐ requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

7 DIVISIONS

antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(nom et qualité du signataire)

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

**J. BEAUPAN**  
**422-515002**

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

DEPARTEMENT DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg B 13273.3/JB  
75800 Paris Cédex 08  
Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

9907339

TITRE DE L'INVENTION :

PROCÉDE D'ASSEMBLAGE DE PIÈCES MÉTALLIQUES PAR UNE POUDRE  
MÉTALLIQUE CHAUFFÉE PAR INDUCTION.

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

J. BEAUPIN  
c/o BREVATOME  
25 rue de Ponthieu  
75008 PARIS

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

COSSU Céline

21, rue Coupe-la-Pointe  
21240 TALANT

BARBERI Denis

40 rue de Rochebrune  
91220 BRETIGNY S/ORGE

LAILLE Alain

3 rue Pierre Denizé  
91610 BALANCOURT

FRANCE

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur(s) ou du mandataire

PARIS LE 10 JUIN 1999

J. BEAUPIN  
422-5.1S 002

PROCEDE D'ASSEMBLAGE DE PIECES METALLIQUES  
PAR UNE POUDRE METALLIQUE CHAUFFEE PAR INDUCTION

DESCRIPTION

5

Domaine de l'invention

L'invention ressortit à l'assemblage des pièces métalliques avec métal d'apport et s'apparente un peu au brasage. Le procédé de chauffage est l'induction.

Art antérieur et problème posé

15 Dans le domaine de l'assemblage de deux pièces métalliques, de même matériau ou non, au moyen d'une poudre métallique placée entre ces deux pièces, on cherche à chauffer ladite poudre métallique dans le but de la transformer temporairement en matériau fondu, pour devenir un élément de liaison rigide entre les deux pièces, une fois refroidie. Ainsi, on réalise le brasage qui consiste à utiliser une poudre métallique dont la température de fusion est inférieure à la température de fusion des deux pièces à assembler. De plus, on connaît des procédés de brasage utilisant le chauffage par induction. Les différents matériaux d'apport sous forme de poudre sont souvent mélangés à un flux. Dans tous ces cas, le matériau d'apport sous forme de poudre est un matériau différent des deux pièces devant être assemblées et a une température de

20

25

30

fusion inférieure à la température de fusion des deux pièces.

Le but de l'invention est de proposer un autre procédé de soudage de deux pièces métalliques au moyen d'une poudre pouvant être constituée du même métal que celui constituant les deux pièces.

D'autre part, on sait qu'il est possible d'assembler deux pièces de même nature, par exemple en aluminium, en utilisant une poudre d'un constituant métallique dont la température de fusion est supérieure à la température de fusion des pièces, par exemple dans le cas de l'assemblage de l'aluminium, un mélange de silicium et d'un flux de fluoroaluminate de potassium. Dans ce cas, la phase liquide est obtenue tout de même à une température inférieure à la température de fusion des deux pièces, du fait de phénomènes de diffusion entre la poudre et les pièces qui provoquent la formation d'une phase à température de fusion inférieure à celle des pièces.

### Résumé de l'invention

A cet effet, l'objet principal de l'invention est un procédé d'assemblage de deux pièces métalliques par fusion d'un matériau d'apport, caractérisé en ce qu'il consiste à :

- utiliser comme moyen de chauffage l'induction ; et
- utiliser comme matériau d'apport une poudre dont la température de fusion est supérieure ou égale à la température de fusion des deux pièces à

assembler, lorsqu'elles sont de même nature, ou supérieure ou égale à la température de fusion de la pièce dont la température de pression est la plus basse, dans le cas de pièces de natures différentes, 5 pour réaliser l'assemblage sans qu'il y ait formation de phase à température de fusion moins élevée que celle des deux pièces.

Dans une réalisation préférentielle de l'invention, les deux pièces sont de même nature et la 10 poudre est du même matériau que celui constituant les pièces, la température de fusion de la poudre et des pièces étant la même.

Description détaillée d'une réalisation de  
15 l'invention

L'invention s'apparente un peu au brasage par induction, mais s'en différencie par un point essentiel qui est le suivant.

20 Le matériau d'apport est une poudre métallique, dont la température de fusion est supérieure ou égale à la température de fusion des deux pièces à assembler dans le cas de l'assemblage de pièces de même matériau, ou supérieure ou égale à la 25 température de fusion de la pièce dont la température de fusion est la plus basse dans le cas de pièces de natures différentes.

L'association de l'utilisation d'une poudre métallique en métal d'apport avec un chauffage par 30 induction provoque certaines conditions, lors de la montée en température de cette poudre, de sorte que la

fusion de la poudre est obtenue sans la fusion des pièces. Le principe de chauffage par induction de pièces métalliques homogènes repose sur la loi de LENZ, qui énonce que : toute substance conductrice d'électricité soumise à un champ magnétique variable est le siège de courants induits. Ces courants dissipent de la chaleur par effet Joule, ce qui provoque une montée en température du matériau dans lequel il circule. La profondeur de pénétration des courants induits est plus ou moins grande selon la fréquence du champ magnétique, ainsi que les propriétés physiques des pièces, telles que la perméabilité magnétique et la résistivité électrique. Dans le cas d'une poudre métallique, le chauffage par induction d'une poudre métallique implique une distribution des courants induits beaucoup plus complexe que dans le cas du même matériau d'une pièce dense car le milieu constitué par une poudre métallique n'est pas homogène. De plus, la présence et la nature de films d'oxyde en surface des particules influe sur la circulation des courants induits dans la poudre. L'élévation de température due à la circulation des courants induits est donc très différente dans la poudre par rapport à celle dans les pièces.

Le phénomène observé tient au fait que le couplage inductif peut être plus efficace pour la poudre que pour les pièces métalliques. Ceci se traduit donc par une élévation plus grande de la température de la poudre que pour la température du matériau dense.

Il est nécessaire de bien faire la distinction entre la poudre dans son état initial, qui

n'est pas le siège de courants induits, et la poudre lorsque les contacts métalliques entre les particules sont établis et qu'il peut y avoir circulation de courants induits. En effet, dans l'état initial, à savoir la température ambiante, les conditions de couplage sont en général défavorables pour la poudre, car la résistivité électrique des poudres utilisées est très élevée, du fait de la présence d'une couche superficielle d'oxyde sur les particules. Cependant, au cours du chauffage, la température de la poudre augmente du fait des transferts thermiques avec les pièces denses. Dans ce cas, les couches superficielles d'oxyde qui peuvent exister en surface des particules de la poudre changent de nature ou sont éliminées. De plus, les contacts métalliques se font de plus en plus nombreux entre les particules et leurs surfaces augmentent sous l'effet de la température. Le mode de circulation des courants induits dans la poudre évolue donc de manière importante au cours du chauffage, ce qui se traduit par une grande variation de l'efficacité du chauffage. Lorsque les conditions sont réunies pour la poudre, sa température peut être supérieure à celle des pièces denses. Il est donc possible d'obtenir sa fusion sans fondre les pièces.

La poudre peut être compactée ou non, de manière à faciliter la mise en place entre les pièces, et à favoriser le chauffage par induction.

L'assemblage est obtenu grâce aux phénomènes habituels de mouillage, capillarité, comme pour le brasage.

La qualité de l'assemblage dépend des matériaux, des différents paramètres utilisés, des caractéristiques initiales de la poudre et du cycle de température.

5 Les pièces métalliques et la poudre peuvent être constituées d'un métal pur ou d'un alliage.

La poudre peut être constituée d'un mélange de particules de différents métaux.

10 L'application préférentielle de ce procédé concerne des pièces métalliques et de la poudre constituée du même matériau.

Pour que l'assemblage puisse être réalisé lorsque toute la poudre est à l'état liquide, le chauffage par induction doit cesser lorsque la totalité  
15 de la poudre est fondue.

Les étapes fondamentales du procédé sont les suivantes.

- Mise en place d'une fine épaisseur de poudre métallique entre deux pièces métalliques denses  
20 que l'on souhaite assembler.

- Chauffage par induction de la poudre et des pièces métalliques denses sur une zone limitée, préférentiellement, au voisinage du joint à réaliser. On rappelle que l'échauffement de la poudre est donc  
25 obtenu, dans un premier temps, grâce à la présence des pièces métalliques denses, en effet, ces pièces sont le siège de courants induits, ce qui explique l'élévation de leur température. Les échanges thermiques prennent alors place entre les pièces et la poudre. Sous l'effet  
30 de ce chauffage, des contacts métalliques de plus en plus nombreux s'établissent entre les particules.

Lorsqu'ils sont suffisamment développés, il peut y avoir circulation de courants induits entre les particules de la poudre. La présence des pièces denses est par conséquent fondamentale pour permettre la  
5 création de ces contacts et le chauffage par induction de la poudre.

- Fusion de la poudre du fait du couplage inductif plus efficace que sur les pièces métalliques denses, donc d'une température de la poudre supérieure  
10 à celle des pièces.

- Arrêt du chauffage par induction, de manière à obtenir un refroidissement de l'ensemble et, par conséquent, la solidification.

Un exemple consiste à assembler des  
15 pastilles de cuivre avec de la poudre de cuivre. Les deux pastilles sont de forme cylindrique, de diamètre égal à 20 mm et de hauteur égale à 5 mm. Quelques grammes de poudre de cuivre sont placés en sandwich entre les deux pastilles de cuivre, de manière à  
20 obtenir une fine couche de poudre, répartie de manière la plus uniforme possible sur l'ensemble de la surface des pastilles. La taille des particules est de l'ordre de 40 micromètres. Le chauffage par induction est réalisé grâce à un générateur haute fréquence de  
25 puissance 25 kW. L'inducteur utilisé est un inducteur à deux spires, de diamètre 56 mm et de hauteur 10 mm. L'assemblage a lieu sous vide secondaire à une fréquence de 155 KHz.

Dans ce cas, les opérations détaillées sont  
30 les suivantes.

- Mise en place de l'ensemble de deux pastilles de cuivre et de la poudre dans l'inducteur à l'intérieur d'une enceinte à vide.

5                   - Fermeture de l'enceinte à vide.  
                   - Mise sous vide primaire.  
                   - Mise sous vide secondaire.  
                   - Mise sous tension du générateur alimentant l'inducteur.

10                  - Réglage des consignes de puissance.  
                   - Démarrage de la haute tension.  
                   - Chauffage par induction de l'ensemble des pastilles et de la poudre.

15                  - Fusion de la poudre.  
                   - Arrêt de la haute tension.  
                   - Réfrigérissement sous vide.  
                   - Ouverture de l'enceinte à vide.  
                   - Sortie de l'ensemble assemblé hors de l'enceinte.

20                  Un autre exemple consiste à assembler des pastilles d'acier inoxydable Z2CN18-10, appelé communément AiSi 304 avec de la poudre d'acier inoxydable Z12CN25-20, appelé communément AiSi 310.

                  Le procédé et le mode opératoire sont les mêmes que pour le cuivre.

25

#### Avantages de l'invention

Cet procédé peut s'appliquer à différents métaux et alliages.

30                  Il présente les mêmes avantages que le brasage haute température puisqu'il permet :

- d'éviter la transition à l'état liquide des pièces à assembler. On peut ainsi éviter certains problèmes métallurgiques, tels que l'apparition de fissures ;

- 5                   - une utilisation haute température des ensembles assemblés.

10                   Par ailleurs, le fait d'assembler des pièces avec une poudre d'un matériau identique permet de limiter les impuretés lors de l'assemblage, ce qui est très intéressant pour des pièces utilisées dans un environnement corrosif.

REVENDEICATIONS

1. Procédé d'assemblage de pièces  
métalliques par fusion d'un matériau d'apport,  
5 caractérisé en ce qu'il consiste à :

- chauffer l'ensemble par un chauffage  
inductif ;

- utiliser comme matériau d'apport une  
poudre dont la température de fusion est supérieure ou  
10 égale au matériau constituant les pièces à assembler  
dans le cas de l'assemblage de pièces de même nature,  
ou sinon dont la température de fusion est supérieure  
ou égale à celle de la pièce dont la température de  
fusion est la plus basse pour obtenir l'assemblage sans  
15 former, par diffusion, de phase nouvelle de température  
de fusion inférieure à celle des pièces.

2. Procédé d'assemblage selon la  
revendication 1, caractérisé en ce que le matériau  
constituant les pièces et le matériau constituant la  
20 poudre est le même.